

# Controles tectónicos y estructurales de la incisión fluvial en el centro-oeste de la Cuenca del Duero, NO de Iberia

*Tectonics and structural controls of river network incision in Western-Central Duero Basin, NW Iberia*

L. Antón y A. Muñoz Martín

Grupo de Tectonofísica Aplicada. Departamento de Geodinámica. Universidad Complutense de Madrid. Spain. loreant@geo.ucm.es. amunoz@geo.ucm.es

## ABSTRACT

*The present work approaches incision rates quantification of Duero River in the central- west part of Iberia and implications of tectonics in the evolution and change of drainage patterns. For this aim we calculate incision rates from the two main geomorphological surfaces defined in the area. Comparing fluvial incision rates and fracture pattern a strong structural control is shown; either in the orientation of drainage network, either in the incision rates distribution. Drainage pattern shows two main orientations, NW-SE following the hercinian structure of the area and NE-SW to N-S matching with the main fracture sets (Duero, Almendra, Almeida-Valderaduey faults, as example). Fluvial incision is mostly controlled by the great faults and faults systems NE-SW to N-S oriented.*

**Key words:** Duero river, Tectonic, River incision.

Geogaceta, 43 (2007), 51-54

ISSN: 0213683X

## Introducción

En el centro-oeste de la Península Ibérica, al oeste de la ciudad de Zamora, el río Duero abandona la cuenca cenozoica y transcurre a través del basamento varisco, constituido principalmente por los materiales graníticos y metamórficos del Domo del Tormes (Fig. 1). El principal rasgo morfoestructural de esta zona es una profunda incisión fluvial y un intenso control estructural de la red de drenaje por los principales sistemas de fracturación presentes en la zona (Arthaud y Matte, 1977; Antón, 2003; Antón *et al.*, 2004). Los ríos principales como el Duero, Tormes y Agueda pueden presentar una incisión de entre 300 y 400 metros en la zona fronteriza (Fig. 2); mientras que menos de 50 Km. al este, en las proximidades de Zamora, la incisión del Duero es menor de 20 metros. El presente trabajo aborda la cuantificación de la incisión fluvial en el centro-oeste de la Cuenca del Duero y la implicación de la tectónica en la evolución de los patrones de drenaje.

## Encuadre Geomorfológico y Fisiográfico

Geomorfológicamente, el área de estudio se encuadra en la llanura salmantino-zamorana, el zócalo hercínico

penneplanizado que se extiende al oeste de la Cuenca del Duero (Fig. 1 y 3). En esta zona, el arrasamiento del edificio orogénico hercínico concluye con la creación de una gran morfoestructura

penneplanizada de edad mesozoica a paleógena. Esta superficie compleja, que puede resultar de la superposición de varias superficies de distinta edad, es la *Penillanura Fundamental de la Meseta*

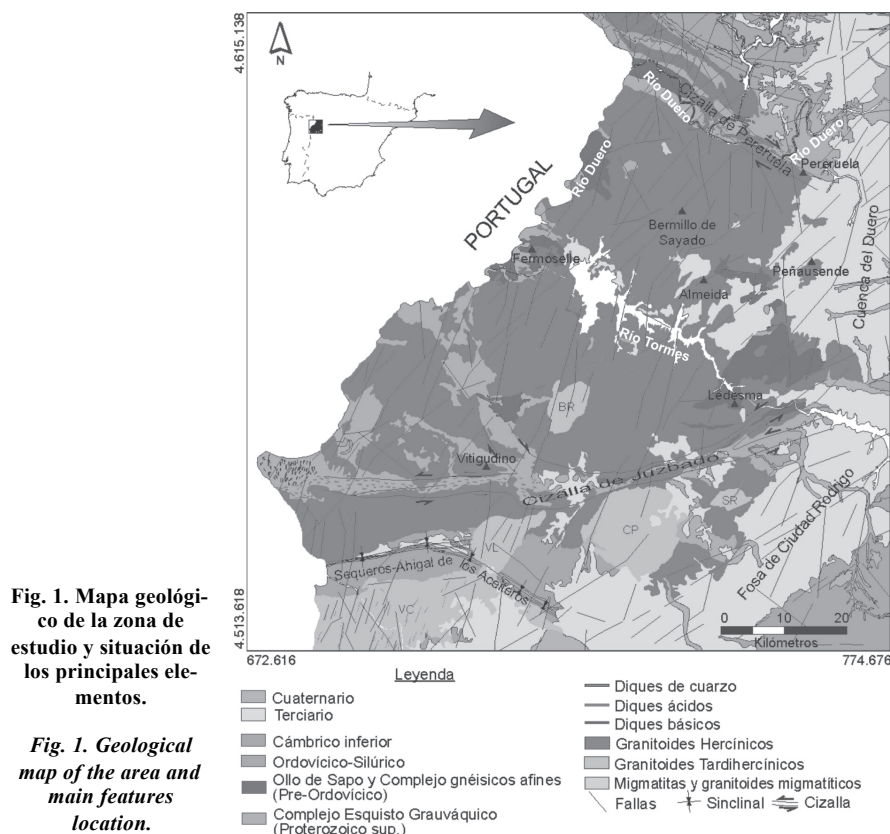




Fig. 2.- Encajamiento del río Duero en el sector fronterizo, en las proximidades de Miranda de Douro (Portugal).

Fig. 2.- Duero river incision in the border area, near Miranda de Douro (Portugal).

(Solé Sabarís, 1952). Con posterioridad, la Orogenia Alpina trajo consigo el levantamiento de la morfoestructura, su desmembramiento en bloques levantados y hundidos y el comienzo del rejuvenecimiento del relieve.

La ausencia en gran parte del área de depósitos mesozoicos, y de buena parte del Paleógeno, implica que estuvo sometida a un proceso continuado de erosión durante este lapso de tiempo y que constituía un área fuente de materiales que eran transportados hacia el este, hacia la Cuenca del Duero.

Posteriormente, en las áreas fuente para los sedimentos del Paleógeno que fueron rellenando la cuenca, la *superficie fundamental* fue retrabajada aunque con escasas tasas de erosión, salvo en aquellos bloques que podrían haber experimentado cierto levantamiento de origen tectónico (Enresa, 1995). Así se configuró el nivel que se ha designado como *superficie superior degradada* (S1) (Fig. 3) y que equivaldría a la *Penillanura Fundamental de la Meseta de Solé Sabarís* (1952) y a la *Superficie Fundamental* de Martín-Serrano (1988).

Un segundo nivel de erosión asociado a los primeros estadios del encajamiento de la red fluvial hacia el Atlántico se ha denominado *superficie intermedia* (S2), o rampas de encajamiento (Enresa, 1995) y se distribuye principalmente entorno a los cauces fluviales principales y especialmente hacia el sector fronterizo por donde discurre el río Duero y sus tributarios de menor rango (Fig. 3).

## Cuantificación de la incisión fluvial

La cuantificación de la incisión fluvial en el área de estudio se ha abordado calculando el encajamiento de la red fluvial a partir de las superficies morfoestructurales S1 y S2, descritas previamente.

La cota de la red fluvial se obtuvo calculando la red fluvial "virtual" mediante el comando "channel network" de SAGA GIS (Olaya, 2004). La red fluvial obtenida se ha comparado con la red fluvial real y una vez realizadas las correcciones pertinentes se ha obtenido las cotas de la misma a partir del modelo digital del terreno, utilizando el mismo software.

En cuanto a las superficies morfoestructurales, se han digitalizado, a partir de la cartografía geomorfológica de Enresa (1995), las zonas centrales de las superficies estructurales y se ha asignando el valor de cota correspondiente a cada

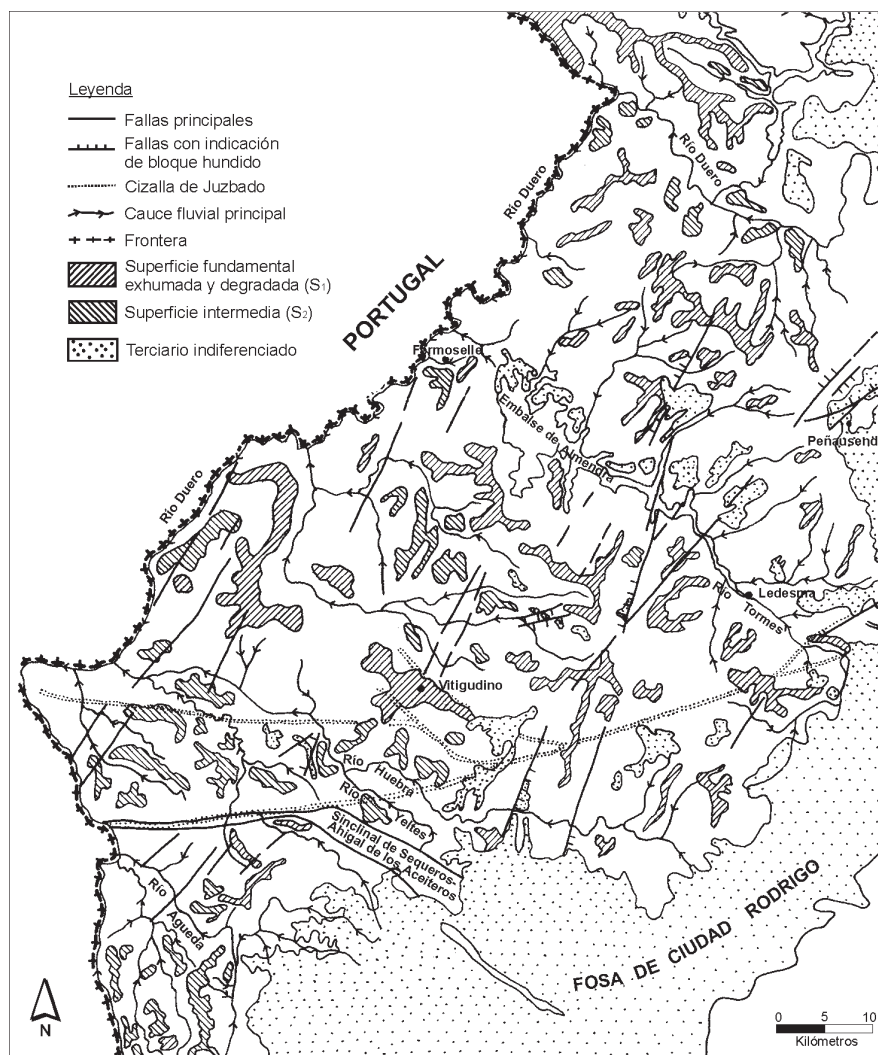


Fig. 3.- Esquema morfoestructural del área de estudio (modificado de ENRESA, 1995).

Fig. 3.- Morfostructural map of the study area (modified from ENRESA, 1995).

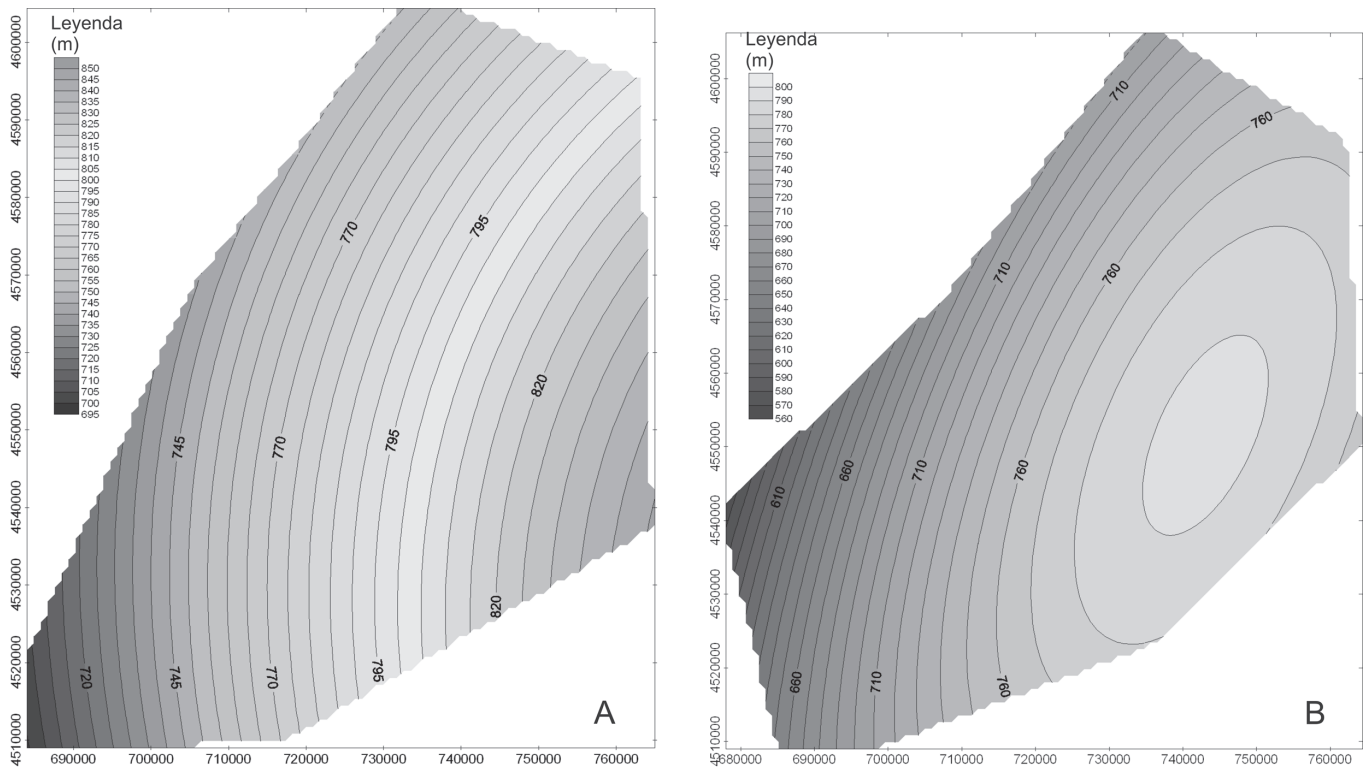


Fig. 4.- Tendencia general a gran escala de cada una de las superficies morfoestructurales. A) S1; B) S2

Fig. 4.- Large-scale trends and patterns in the Fundamental Surface, S1 (A), and the Incision Surface, S2 (B)

punto. Como primer paso y con objeto de representar la tendencia general a gran escala de cada una de las dos superficies, se ha aplicado a cada una de ellas una regre-

sión polinómica (superficie cuadrática de orden dos). De este modo se ha obtenido para cada superficie un mapa suavizado que representa la tendencia regional de

variación de cota de S1 y S2 en el área de estudio (Fig. 4).

Para calcular el valor de la incisión fluvial con respecto a cada una de las su-

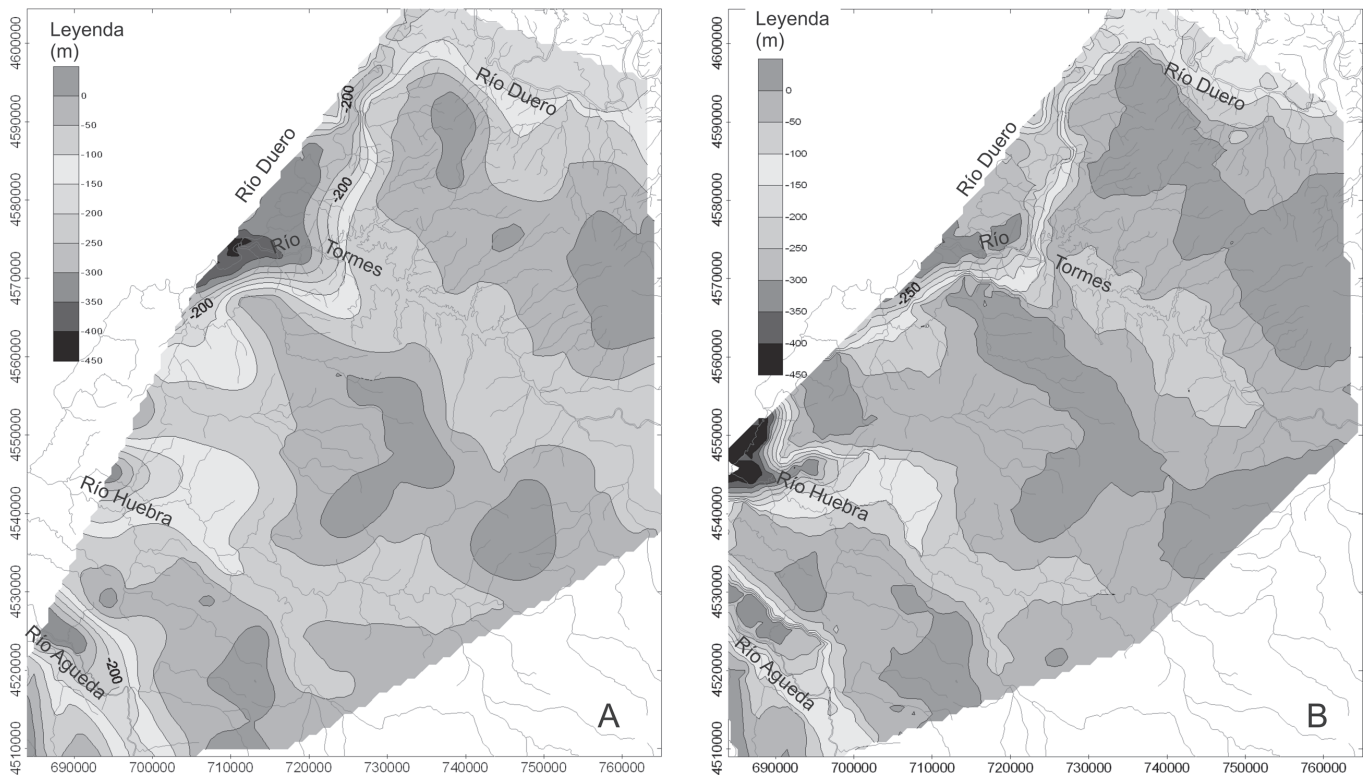


Fig. 5.- Red de drenaje y valore de ilncisión fluvial con respecto a las superficies morfoestructurales principales. A) S1; B) S2

Fig. 5.- Channel network and fluvial incision rates from the main geomorphological surfaces. A) S1; B) S2.



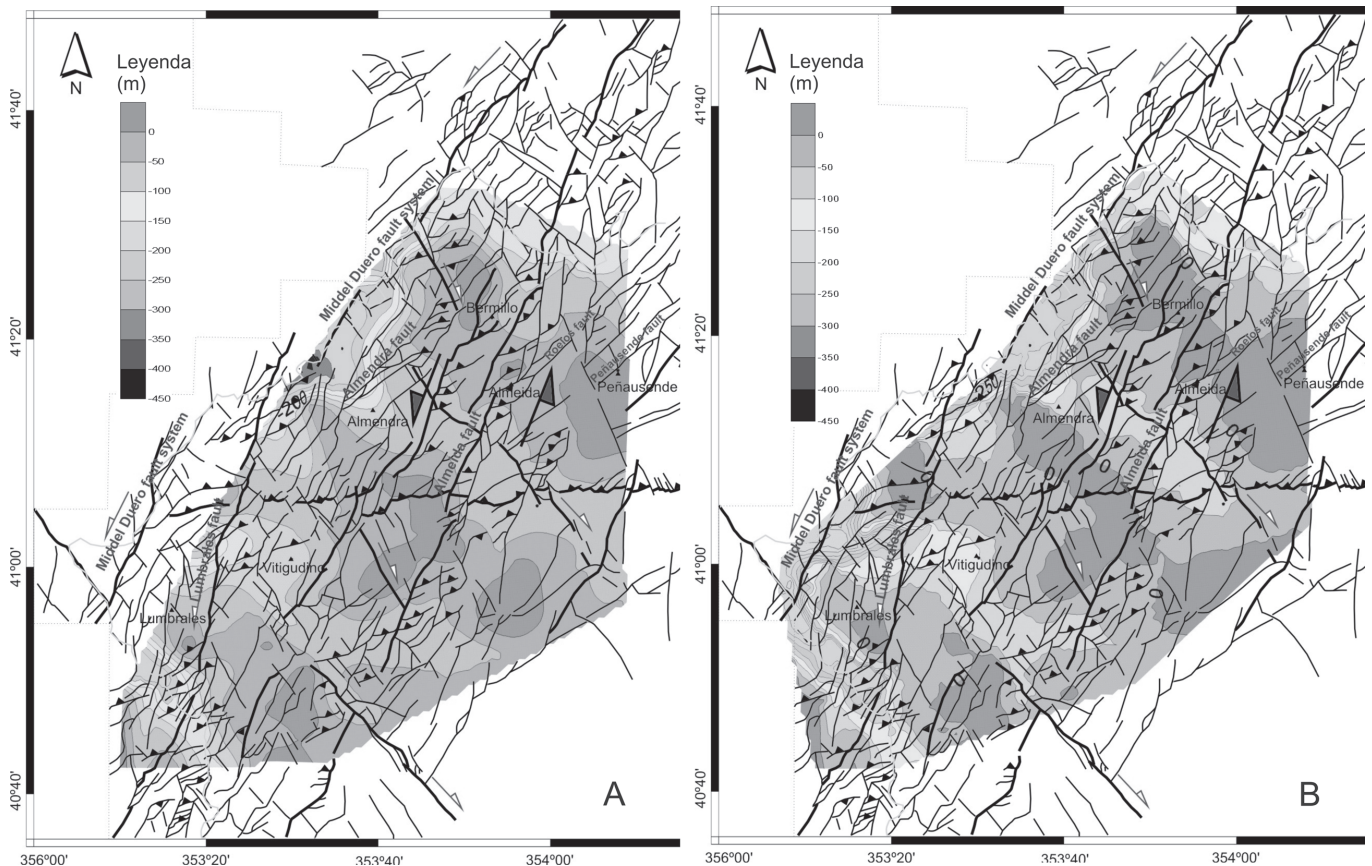


Fig. 6.- Red de facturación y tasas de incisión fluvial con respecto a las superficies S1 (A) y S2 (B).

Fig. 6.- Fracture pattern and river incision rates from the geomorphological surfaces, S1 (A) and S2(B).

perfiles se ha calculado la diferencia de cota de la red fluvial actual y las superficies regionales S1 y S2 obtenidas por el método antes descrito. Los mapas de valor de incisión fluvial obtenidos con respecto a S1 y S2 se han representado conjuntamente con la red de drenaje actual y con el mapa de fracturación del área de estudio (Antón, 2003; Antón y De Vicente, 2006) (Fig. 5 y 6).

### Discusión y conclusiones

La incisión fluvial con respecto a ambas superficies es máxima en la parte occidental del área. Los valores máximos, en torno a 400 m se dan en la confluencia del río Duero y sus tributarios principales (Agueda, Tormes y Huebra). Sin embargo, en la parte central y este del área los mismos ríos presentan valores de incisión fluvial menores de 100 metros (Fig. 5).

Si se superponen los mapas de incisión fluvial y el modelo de fracturación de la zona de estudio, se observa un fuerte control estructural tanto de la red de drenaje (Antón, 2003) como en la distri-

bución de los encajamientos de la red fluvial. El patrón de drenaje muestra dos orientaciones principales: NW-SE, a favor de la estructuración varisca, y NE-SW a N-S, condicionada por las principales familias de fracturas presentes en la zona; entre ellas se pueden mencionar grandes estructuras como las fallas del Duero, Almendra y Almeida, por ejemplo (Fig. 6).

La incisión fluvial está controlada principalmente por las grandes fallas y sistemas de fallas de orientación NE-SW a N-S. La falla de Almendra constituye un importante límite estructural en el encajamiento del río Tormes en las proximidades de su confluencia con el Duero; mientras que los valores de máximos encajamiento para los ríos Agueda y Huebra se producen al oeste de la falla de Lumbrals, de orientación NNE-SSW.

Adicionalmente, algunas de estas fallas de orientación NNE-SSW son activas bajo campo actual de esfuerzos, tal y como se deduce de los mecanismos focales de terremotos ocurridos en la zona (Antón y De Vicente, 2006).

### Referencias

- Antón, L. (2003). *Análisis de la fracturación en un área granítica intraplaca: El Domo del Tormes*. Tesis Doctoral, Univ. Complutense de Madrid, 195 p.
- Antón, L., Muñoz Martín, A. y De Vicente G. (2004). *Geo-Temas*, 6, 17-20
- Antón, L. y De Vicente G. (2006). *Geogaceta*, 40, 11-14
- Arthaud, F. y Matte, P. (1977). *Geological Society American Bulletin*, 88, 1305-1320.
- ENRESA (1995). *Estudios temáticos en rocas plutónicas, (GR-04)*. Proyecto AFA 1ª y 2ª etapa. Documento interno.
- Martín-Serrano, A. (1988) *El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico*. Instituto de Estudios Zamoranos Florián de Campo. Diputación de Zamora, 306p.
- Olaya, V. (2004). A gentle introduction to SAGA GIS. v.1.1 (<http://geosun1.uni-geog.gwdg.de/saga/html/index.php>).
- Solé Sabarís, L. (1952). *Geografía de España y Portugal. Geografía física I*. Ed. Montaner y Simón, Barcelona, 497 pp.